

Влияние замещения ионов Mn ионами Co и Cu ($0.05 < x < 0.15$) в мультиферроике YMnO_3

Д.И. Рудский¹, А.В. Назаренко², А.Р. Лебединская¹, Е.В. Олещенко¹, К.Г. Абдулвахидов³,
Ю.В. Кабиров⁴, Н.Б. Кофанова⁴, А.Г. Рудская⁴

¹Южный федеральный университет, Научно-исследовательский институт физики, 344090 Ростов-на-Дону, Россия

²Южный научный центр Российской академии наук, 344010 Ростов-на-Дону, Россия

³Южный федеральный университет, Международный исследовательский институт интеллектуальных материалов, 344090 Ростов-на-Дону, Россия

⁴Южный федеральный университет, физический факультет, 344090 Ростов-на-Дону, Россия
e-mail: arudskaya@sfedu.ru

В соединениях ряда YBO_3 ($B = \text{Al, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, In, Cu}$) обнаружены различные сочетания сегнетоэлектрических и магнитных свойств. YMnO_3 отличается от других соединений YBO_3 тем, что может быть либо гексагональным, либо перовскитовым в зависимости от условий приготовления.

Создание твердых растворов между YMnO_3 и другими соединениями YBO_3 может позволить варьировать структуры и свойства и в твердых растворах могут существовать особые точки концентраций компонентов, в составах которых могут иметь место переходы от одного типа структуры к другому (то есть реконструктивные фазовые переходы).

Целью данной работы являлось исследование возможности синтеза твердых растворов $\text{YCo}_x\text{Mn}_{1-x}\text{O}_3$ и $\text{YCu}_x\text{Mn}_{1-x}\text{O}_3$ с $x < 0.3$. Внедрение ионов Co и Cu в подрешетку ионов Mn манганита иттрия интересно с точки зрения валентного состояния ионов Mn, которые могут находиться в состояниях от Mn^{2+} до Mn^{7+} . Таким образом, образование твердых растворов $\text{YCo}_x\text{Mn}_{1-x}\text{O}_3$ и $\text{YCu}_x\text{Mn}_{1-x}\text{O}_3$ может привести к появлению дополнительных свойств в мультиферроике YMnO_3 .

В рамках исследования рассматривались твердые растворы $\text{YCo}_x\text{Mn}_{1-x}\text{O}_3$ с $x = 0; 0.10; 0.30$ и $\text{YCu}_x\text{Mn}_{1-x}\text{O}_3$ с $x = 0.05; 0.10; 0.15$, приготовленные методом твердофазного синтеза из простых оксидов Y_2O_3 , CoO , CuO и Mn_2O_3 качеством не ниже ч.д.а. согласно общей химической реакции с учетом стехиометрических коэффициентов m, n, p : $m\text{Y}_2\text{O}_3 + n\text{Mn}_2\text{O}_3 + p(\text{Co/Cu})\text{O} = \text{Y}(\text{Co/Cu})_x\text{Mn}_{1-x}\text{O}_3$. Стехиометрические смеси оксидов перемешивались в этиловом спирте в течение 1 часа, после чего брикетировались в таблетки диаметром 5 мм. Синтез $\text{YCo}_x\text{Mn}_{1-x}\text{O}_3$ проводился при температуре обжига $T = 1150^\circ\text{C}$ в течение 4 часов. Синтез $\text{YCu}_x\text{Mn}_{1-x}\text{O}_3$ проводился двойным обжигом при температурах $T_1 = 850^\circ\text{C}$ (3 ч.) и $T_2 = 1160^\circ\text{C}$ (2 ч.).

Для исследования структуры изготовленных объектов применялся метод рентгеноструктурного анализа с использованием настольного рентгеновского дифрактометра Bruker D2 PHASER. Изучение микроструктуры проводилось на сканирующем электронном микроскопе Carl Zeiss EVO 40 и 3D-сканирующем лазерном микроскопе Keyence VK-9700.

В результате были приготовлены твердые растворы системы $\text{YCo}_x\text{Mn}_{1-x}\text{O}_3$ с $x = 0; 0.10; 0.30$ и $\text{YCu}_x\text{Mn}_{1-x}\text{O}_3$ с $x = 0.05; 0.10; 0.15$. Выявлено, что в них формируется преимущественно гексагональная фаза. При исследовании микроструктуры в составах твердых растворов $\text{YCu}_x\text{Mn}_{1-x}\text{O}_3$ обнаружены следы жидкой фазы в прослойках межзеренных границ. Для уточнения природы появления такой фазы необходимо провести дополнительные исследования элементного состава, а также свойств полученных объектов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (Государственное задание в сфере научной деятельности научный проект № (0852-2020-0032)/(БА30110/20-3-07ИФ).